

USB 数字电视接收棒的设计与实现

徐 芳, 程 恩

(厦门大学 水声通信与海洋信息技术教育部重点实验室 福建 厦门 361005)

摘 要: 对一种基于 USB 2.0 的国标 DMB-TH 数字电视接收棒的系统实现方案进行了研究, 采用 ADMTV102 高频头, 凌讯 DMB-TH 信道解调器, CY7C68013 USB 2.0 传输控制芯片和基于 DirectShow 技术的媒体播放器。介绍了系统各部分相应的软硬件构成以及整个系统的实现过程。经验证, 该方案体积小、功耗低、支持热插拔、接收播放效果良好, 有很好的市场前景。

关键词: USB; DMB-TH; 数字电视接收棒; ADMTV102

中图分类号: TN949.292

文献标识码: A

文章编号: 1004-373X(2009)21-173-03

Design and Implementation of USB-TV Stick

XU Fang, CHENG En

(Key Laboratory of Underwater Acoustic Communication and Marine Information Technology, Ministry of Education, Xiamen University, Xiamen, 361005, China)

Abstract: A design of USB TV stick of national DMB-TH is researched, using Tuner chip ADMTV102, DMB-TH demodulator chip of Legend Silicon Corporation, USB2.0 transmission and control chip CY7C68013, and player which is based on DirectShow. The processing of hardware and software of the system are introduced. The excellence of the design is small, low power wastage, supporting hot plug, playing easily. The market prospect is favorable.

Keywords: USB; DMB-TH; USB TV stick; ADMTV102

0 引言

近年来, 电视数字化的发展十分迅速, 我国于 2007 年 8 月正式实施自主开发的国家地面数字电视广播 DMB-TH 标准^[1], 基于 DMB-TH 标准的便携产品成为数字电视技术及产业发展的热点, 市场潜力巨大。

USB 2.0 标准于 2004 年 4 月推出, 增加了高速模式, 将 USB 接口的速度提高到了 480 Mb/s, 是原来全速模式速度的 40 倍, 拓展了 USB 接口的应用范围^[2], 使得通过 USB 接口传输高速率的标清乃至高清数字电视变为可能。

本文所研究与设计的 USB 数字电视接收棒正是基于 USB 2.0 以及 DMB-TH 标准的便携式设备, 它可实现在笔记本电脑, 台式机带 USB 接口的设备上对数字电视的接收, 并通过相应的上层播放软件实时的播放数字电视节目。

1 系统总体设计方案

1.1 系统框架

USB 数字电视接收棒系统主要有以下 4 个模块构

成, 如图 1 为系统的原理图。

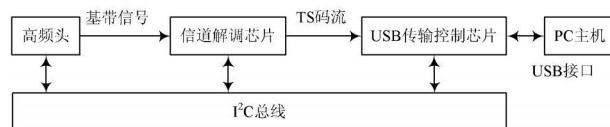


图 1 USB 数字电视接收棒系统原理图

(1) 高频头: 负责将天线接收到的高频信号转换为基带信号, 并将信号传输至信道解调器。

(2) 信道解调器: 完成自动增益控制、PN 帧头捕获、信道估计与均衡、自动侦测与锁频、FFT 变换等, 将基带信号转换成 TS 码流输出, 并将 TS 码流输至 USB 传输控制芯片。

(3) USB 传输控制模块: 该模块作为主控模块, 加载相应的驱动程序后, 通过 I²C 总线完成对高频头和信道解调器的初始化和后续控制, 并将 TS 码流传输至 PC 机端。

(4) PC 机端应用软件: 实现对 TS 码流的接收, 并通过播放器实时播放节目。

1.2 硬件资源

硬件方面, 由于 USB 数字电视接收棒是一种体积小, 功耗低, 移动性好的便携式设备, 且针对的是国标 DMB-TH, 所以选择的芯片也必须在这些方面特别考

收稿日期: 2009-04-20

基金项目: 福建省科技计划重点项目资助(2008H0036)

虑。经过研究,高频头选择 Analog Device 公司的 AD-MTV102,信道解调芯片选择凌讯公司的 LGS-8GL5 芯片,它们都支持 DMB-TH 标准^[3],USB 传输控制芯片选择 Cypress 公司的 CY7C68013 芯片,由这三块芯片搭建的硬件系统只需要 USB 接口的 5 V 电压就可以满足其功耗要求,且体积小巧(普通 U 盘大小),便于携带,完全满足系统的设计要求。

1.3 软件资源

软件方面,PC 机端应用程序的核心部分是实时播放器,需要播放的是 TS 码流,这是 MPEG-2 标准定义的一种码流。本方案采用基于 DirectShow 技术搭建的媒体播放器。DirectShow 是 DirectX 家族中的成员,它是在 Windows 平台上处理各种格式的多媒体文件的回放、音视频采集等高性能要求的多媒体应用提供了完整的解决方案,重要的是它很好地支持了 MPEG-2 标准,它使应用程序开发人员从复杂的数据传输、硬件差异、同步性等工作解脱出来,总体应用框架和底层工作由 DirectShow 来完成,大大加快了开发进度^[4]。

2 硬件驱动程序的设计

硬件驱动程序是系统设计中很关键的一个部分,它直接关系到各硬件芯片是否能正常稳定的工作。硬件的驱动是由主控芯片来完成,在本方案中将 USB 传输控制芯片 CY7C68013 作为主控芯片,它内置增强型的 8051 内核,通过 I²C 总线来控制前端的高频头和信道解调芯片,完成对前端的驱动。

硬件驱动程序设计主要是根据硬件电路的设计特点来编写 CY7C68013 的固件程序。固件程序可以处理来自系统的 USB 标准请求,完成各种数据的交换工作和事物处理。Cypress 公司提供了固件程序框架,用户可在此框架上增加自己的功能代码以完成相应功能^[5]。整个硬件驱动流程图如图 2 所示。

(1) 设定 USB 芯片的工作方式为 Slave FIFO, Auto In 模式,利用端点 2(设为 1 024×4 b 大小)进行传输。在这种模式下 USB 芯片内的数据传输不需要 8051 内核的干预,利用 CY7C68013 特有的量子 FIFO 自动完成数据的传输,这样可以保证数据的传输速率不受到 8051 内核的频率限制而达到一个较高的速度,满足 USB 2.0 高速传输的要求。

(2) 打开 I²C 总线,初始化高频头,延迟 1 s 后设定高频头的扫描频率,这里延迟 1 s 是为了保证高频头在初始化后能正常稳定的工作,是芯片在技术上的要求。

(3) 初始化信道解调器,并将其设定为自动模式,使其自动检测信号参数并将信息反馈给高频头,协调两块芯片之间的某些参数(如增益等),使两者配合作。

(4) 判断信号是否锁定,如未锁定,再判断是否是第一次进行锁频,如果先前未曾锁频过则需改变高频头的扫描频率,再次检测,直到锁定。如果曾经锁频过,则无需改变频率,再次自动检测即可。

(5) 在锁定信号以后,每间隔 5 s 再次检测锁定情况,如果失锁则返回第四步再次进行检测。循环判断信号锁定情况的目的是为了避免系统在正常工作时,由于信号质量变差而造成失锁导致系统不能正常工作(例如系统接收时进入隧道等环境),通过定时检测信号锁定情况就可以在发生此类事件后进行必要的操作,让系统重新正常工作。

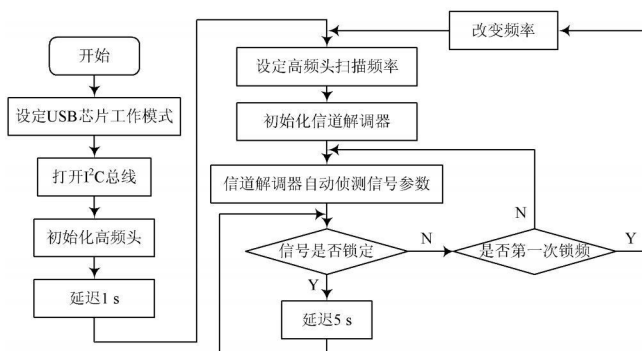


图2 硬件驱动流程图

3 PC 机应用程序设计

3.1 应用程序的主要功能

PC 机应用程序是用户与底层资源信息交互的一个平台。在本方案中,应用程序主要完成以下两大功能。

(1) 从 USB 端口接收 CY7C68013 所传输进来的 TS 码流,存入缓冲区内。这个功能相对简单,利用 Cypress 公司提供的通用驱动程序和一些相应的 API 函数,在打开 USB 设备获得设备句柄之后,设置每次读取数据量的大小,然后开启一个线程循环读取数据,就能连续不断的得到 TS 码流。其中每次读取数据量的大小对于播放的流畅度影响很大,在本方案中曾经将该参数分别设为 1 024 B, 8 192 B, 10 240 B, 30 720 B, 61 440 B 等数值进行测试比较,发现该参数的值越大播放效果越好,它直接影响着丢包率。最终本方案将该值设为 61 440 B,这也是实测所能得到的最大数值,在这个参数下节目播放出来的效果最好。

(2) 搭建实时媒体播放器,将所接收到的 TS 码流解码播放。这是 PC 机应用程序的核心部分。在选择搭建实时媒体播放器的策略上有两种方法:一是利用开源的播放器进行修改,但绝大多数开源播放器都是基于 Linux 平台下编写的,要在 Windows 平台下使用需要经过移植才行,移植工作量很大,且移植后播放器稳定

性较难控制。另一个是基于 DirectShow 技术,自行编写播放器。DirectShow 是微软 DirectX 家族中的成员,与 Windows 有着天然的“血缘”关系,是 Windows 平台下搭建媒体播放器的最佳选择。并且微软提供了相应的开发套件,使得开发工作量得以减少,开发周期大大缩短^[6]。基于以上原因,本方案选择基于 DirectShow 技术搭建实时媒体播放器。

3.2 DirectShow 技术在系统中的应用

在 DirectShow 技术中,一个播放器由多个功能不同的 Filter 连接而成,这些 Filter 不是独立工作,而是互相联系、互相配合,是一个有机的整体,这个整体称之为 Filter Graph。一般将 Filter 分为以下几类,见表 1。

表 1 Filter 的类型及功能

类型	功 能
Source Filter	它可以从本地文件、DVD 光盘、硬件设备等数据源上取得数据。在本方案中 Source Filter 需要自行设计编写,命名为 MPEG-2 Source,它从 USB 接口取得 TS 码流,送往 Transform Filter。
Transform Filter	处理 Source Filter 送来的数据,可以完成解析、分离、混合等功能。在本方案中,Transform Filter 完成的是分离的功能,根据 PID 的不同将 TS 码流中音频、视频信息分离开来,分别送往相应的音频和视频解码器。可调用 DirectShow 开发包中提供的 MPEG-2 Demultiplexer Filter 来完成该功能,需设定好 PID 与音视频的对应关系才可工作。
Decoder Filter	解码 Transform Filter 送来的音/视频信息。TS 码流的视频类型是 MPEG-2 Video,音频类型是 MPEG-1 Payload。必须将音/视频信息送往对应类型的解码器才能正确解码。在本方案中,选择 MPEG Audio Filter 作为音频解码器,MPEG-2 Video Decoder(Gabest) Filter 作为视频解码器。这两个解码器由第三方提供,并且免费。
Render Filter	这是最后一级 Filter,接收 Decoder Filter 送来的数据,并通过声卡/显卡将数据还原播放出来。这种 Filter 无需用户开发,由 DirectShow 提供。

本系统搭建的 Filter Graph 如图 3 所示。

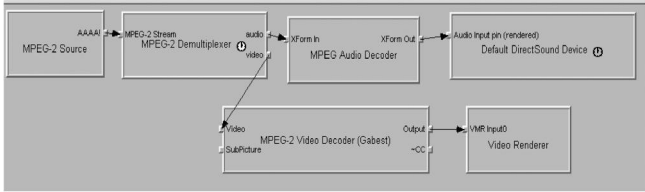


图 3 系统搭建的 Filter Graph

4 实验结果

在完成了 USB 数字电视接收棒的系统总体方案设计之后,根据所选用的芯片,参照相应技术手册,设计了电路原理图并制作了印刷电路板。在硬件制作期间,同时进行软件的开发工作。在硬件制作完成后,利用 KEILC 和 VC6+ 进行了调试。利用笔记本电脑在室

内和运动状态下分别进行了长时间(12 h)测试,USB 端口接收数据的速度稳定在 1.8 MB/s。测得厦门地区国标 DMB-TH 数字电视的参数见表 2。

表 2 DMB-TH 的参数

参数	测量值
Modulation Schemes	16QAM
FEC Rate	0.6
Guard Interval	PN945
Time De Interleaver	720
节目 数量	5

实验结果表明:无论在静止和运动状态下,整个系统长时间工作稳定,体积小,功耗低,接收效果好,误码率低,音视频同步,节目播放清晰流畅,频道切换小于 1 s,达到了设计要求。播放效果如图 4 所示,播放频道为厦门卫视,图中右下脚为 USB 数字电视接收棒及配套天线。



图 4 播放效果图

5 结 语

本文首先介绍了 USB 数字电视接收棒的系统总体设计方案,然后详细介绍了系统实现的两个关键点——硬件驱动程序的设计和 PC 主机应用程序的设计。随着国标 DMB-TH 的标准的实施和推广,各地地面数字电视节目的增多,USB 数字电视接收棒作为便携式、可热插拔的数字电视接收设备必将受到人们的青睐,实用价值和市场前景看好。

参 考 文 献

[1] 杨知行.地面数字电视国家标准 DTMB 技术解读[J].中国数字电视,2006(11):30-33.
[2] 李春彪.USB 接口技术与应用研究[D].南京:南京理工大学,2004.
[3] 凌讯科技.中国数字电视地面广播标准系统介绍及方案介绍[J].中国集成电路,2007(5):28-30.
[4] 陆其明.DirectShow 开发指南[M].北京:清华大学出版社,2003.
[5] 钱峰.EZ-USB FX2 单片机原理、编程及应用[M].北京:北京航空航天大学出版社,2006.

(下转第 178 页)

放或拖曳一些调查测量设备, 既工作母船要离开一段距离。这时对这些海上设施要昼夜进行人工监视, 监控其工作状态或防止丢失, 如气象及声学浮标、海上临时搭建的工作平台等。此外如果这些设备进行夜间或恶劣气候条件的作业, 人工监视就非常困难。因为在雨、雾等恶劣的气候条件下, 由于可见光的波长短, 克服障碍的能力差, 因而观测效果差。而工作在 $8 \sim 14 \text{ m}$ 波长的长波红外热成像仪, 其穿透雨、雾的能力较强, 从而仍可以正常地观测目标。因此, 在夜间以及恶劣气候条件下, 采用红外热成像系统监控布防在海上的调查测量设备, 可以提高观测效果, 并减轻工作人员的劳动强度。

(3) 能做到全天候及恶劣气候条件下对甲板作业状态的实时监测

目前大中型综合海洋调查测量船都配备有综合测量设备系统, 其中包括许多甲板作业的设备, 如声托鱼、CTD、各种绞车和吊杆等。这些设备的操作部分大多在甲板上进行, 而数据采集处理部分却在舱室内, 舱室内的操作人员既要操作计算机, 以监控测量数据, 又要了解设备的布防或拖曳状态、甲板设备工作状况及海面环境条件等, 以便确定对甲板的下一步操控。为此以往操作人员分为两部分, 甲板操作人员和数据处理人员, 这两部分人员间的信息沟通成了难题, 一般只能靠对讲机进行语音沟通, 舱室内人员只能了解少量的信息, 其实时性和全面性受到限制, 使双方协调起来很不方便。目前许多新型的甲板设备增加了遥控部件, 使操作人员在舱室内即可对甲板设备进行操控, 同时又可监视测量数据的质量, 这样就更需要全面掌控甲板设备的工作状态。但以往不能实时了解甲板上各甲板设备的工作状态, 因此这种遥控功能仍无法使用。因此配备电视监视系统就显得极其必要, 而在夜间或雨雾等恶劣条件下, 热成像监视系统就更为必要了。

(4) 能做到全天候及恶劣气候条件下清楚观察测量船周边状况

在海上进行测量和调查作业时, 操控人员往往希望随时对航行前方和两侧海面环境状况有所了解, 最好是

一目了然。如: 在水深测量时, 测量人员希望知道测区内的海上情况, 包括测区船只是否过多、有无障碍物以及水文气象条件等, 以便正确指挥船的航行和调整测量部属。而热成像系统可以全黑暗中或雨雾条件下很清楚地看到航道浮标、航道交通、陆上突出的停靠点、桥桩、漂浮碎片、裸露岩石、其他船只和任何在没有探测到漂浮物体等, 以保证所进行的调查测量作业安全有效。

4 结 语

由于船载热像观察系统比普通的电视监视系统在价格上要高出许多, 目前普通的测量船上还没有安装该系统。但随着科技的发展, 关键技术的突破及加工效率的提高, 今后红外热成像仪的成本会大大降低, 使以往只用于军事和高端科学用户的热成像技术, 扩展到了更多的应用中。

参 考 文 献

- [1] 蒋耀庭, 潘丽娜. 红外热成像技术的军事应用及展望[J]. 现代军事装备, 2003(9): 68-72.
- [2] 唐梦楠. 免提式热成像仪[J]. 消防技术与产品信息, 2007(10): 74-75.
- [3] 赵先龙. 国产水深自动化系统的发展趋势[J]. 海洋测绘, 1998(1): 22-26.
- [4] 李广建. 当代测量船及其发展方向[A]. 第十五届海洋测绘综合性学术研讨会论文集[C]. 2003.
- [5] 阮锐, 屈同申. 测量船电视监视系统的作用与技术实现[J]. 海洋测绘, 2005(5): 68-72.
- [6] 金伟其, 刘广荣. 夜视领域几个热点技术的进展及分析[J]. 光学技术, 2005(25): 405-410.
- [7] 周立伟. 微光成像技术的发展与展望[M]. 天津: 天津科学技术出版社, 2003.
- [8] 金伟其, 刘广荣, 王霞, 等. 微光像增强器的进展及分代方法[J]. 光学技术, 2004, 30(4): 316-339.
- [9] 翟国君, 黄谟涛. 海洋测绘现状与发展[J]. 测绘通报, 2001(6): 7-9.
- [10] 许畅仁, 陈进盛. 提高我国海上搜救水平[J]. 中国水运, 2003(3): 22-23.

作者简介 邓玉芬 女, 1970 年出生, 辽宁葫芦岛人。主要从事仪器设备研究。

(上接第 175 页)

- [6] 陆其明. DirectShow 实物精选[M]. 北京: 科学出版社, 2004.
- [7] 王嘉琦. 基于 MPEG-2 传送流复用系统的研究[D]. 西安: 西安交通大学, 2004.
- [8] 郑旭琴. DMB TH 系统中的 TDS OFDM 系统的研究[D].

作者简介 徐 芳 男, 1985 年出生, 硕士研究生。研究方向为无线数字电视技术、水声通信。

厦门: 厦门大学, 2006.

- [9] 赵坚勇. 数字电视技术[M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2005.
- [10] 林庆辉. 数字电视 MPEG-2 TS 流的 ETR290 测试[J]. 有线电视技术, 2007(10): 108-110.